



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 41 31 737 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
G 02 B 21/24
G 02 B 7/28
// A61B 19/00

②1 Aktenzeichen: P 41 31 737.8
②2 Anmeldetag: 24. 9. 91
④3 Offenlegungstag: 25. 3. 93

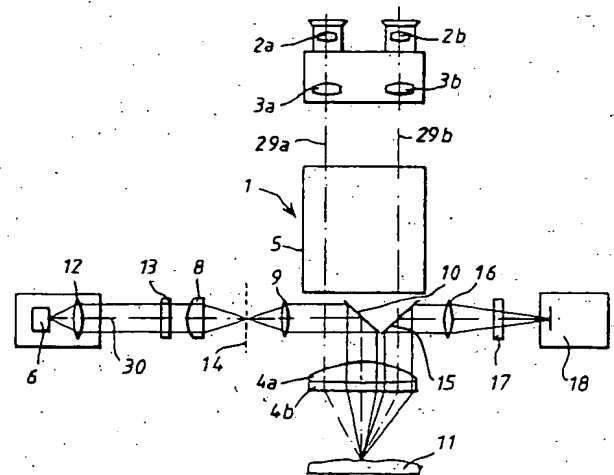
DE 41 31 737 A 1

⑦1 Anmelder:
Fa. Carl Zeiss, 7920 Heidenheim, DE

⑦2 Erfinder:
Vry, Uwe, Dr., 7080 Aalen, DE; Lücke, Christian;
Sander, Ulrich, Dr., 7082 Oberkochen, DE; Müller,
Werner, Dr.; Luber, Joachim; Knupfer, Klaus, Dr.,
7087 Essingen, DE; Hellmuth, Thomas, Dr., 7082
Oberkochen, DE; Duchateau, Rüdiger, Dr., 7080
Aalen, DE; Wolf, Hartmut, 7082 Oberkochen, DE

⑤4 Autofokus-Anordnung für ein Stereomikroskop

⑤7 In einer hochgenauen Autofokus-Anordnung für Stereo-Mikroskope wird eine strichförmige Markierung über eine Zylinderoptik auf ein Objekt projiziert. Dabei ist die abgebildete strichförmige Markierung mindestens in einer Dimension kleiner oder gleich dem Auflösungsvermögen des Beobachtungsstrahlenganges. Zur Projektion wird ein optisch nicht genutzter Bereich des Objektivs als Durchtrittspupille gewählt.



DE 41 31 737 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Autofokus-Anordnung für ein Stereo-Mikroskop nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Aus der DE-PS 32 28 609 ist eine Einrichtung zum Feststellen der Scharfeinstellung eines Stereo-Mikroskopes bekannt. Dort wird über einen der beiden Beobachtungsstrahlengänge das Bild einer beleuchteten Marke auf ein Objekt projiziert. Im zweiten Beobachtungsstrahlengang wird der vom Objekt reflektierte Strahl über einen entsprechenden Teilerspiegel ausgekoppelt und auf ein photoelektrisches Wandlerelement umgelenkt. Dieses photoelektrische Wandlerelement erzeugt in Abhängigkeit vom Ort des registrierten Reflexionsstrahles ein Steuersignal für die motorische Fokussierung. Nachteilig bei einer derartigen Anordnung ist die Abbildung einer Markierung über die Beobachtungsoptik. Beim Abbilden einer Blende beliebiger Form auf das Objekt, wobei die Lateralabmessungen der abgebildeten Markierung größer sind als das Auflösungsvermögen des Objektives, ergeben sich Probleme, wenn die Oberfläche des betrachteten Objektes Bereiche stark unterschiedlicher Reflektivität aufweist. Dies ist beispielsweise bei Operationsmikroskopen oft der Fall. Dort weist dann auch die auf das photoelektrische Wandlerelement projizierte bzw. reflektierte Markierung unter Umständen eine derartige Reflexstruktur auf. Es resultieren infolgedessen Schwierigkeiten bei der zuverlässigen Auswertung der Position der reflektierten Markierung auf dem photoelektrischen Wandlerelement. Bildet man dagegen eine Markierung mit Abmessungen ab, die zumindest in einer Dimension kleiner ist als das Auflösungsvermögen des Objektives, so registriert man zwar im Bild des reflektierten Strahles auf dem photoelektrischen Wandlerelement keine Reflexstruktur mehr, jedoch wird bei der Abbildung nur eine sehr intensitätsschwache Markierung auf das Objekt projiziert. Will man also ein Operationsmikroskop mit hell-erleuchtetem Sehfeld mit einer derartigen Einrichtung ausrüsten, so ergeben sich große Probleme bei der Detektion der projizierten Markierung, da die Kontrastunterschiede auf dem hellerleuchteten Objekt gering sind. Die Verwendung eines Lasers als Abbildungslichtquelle hat zudem zur Folge, daß bei einer ausgedehnten Leuchtmarkierung auf dem Objekt sogenannte Speckles, d. h. unkorrelierte Interferenzerscheinungen, auf dem photoelektrischen Wandlerelement ebenso die Auswertung erschweren wie die vorher beschriebenen Reflexerscheinungen. Bildet man aus diesem Grund eine entsprechend schmale Blende ab, so resultieren auch hier Intensitätsprobleme auf dem hell-erleuchteten Objekt, wie ebenfalls bereits vorab beschrieben wurde.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Autofokus-Anordnung für Stereo-Mikroskope zu schaffen, die es gestattet auf hell-erleuchtete, reflexbehaftete Objekte automatisch zu fokussieren.

Die Aufgabe wird gelöst durch eine Autofokus-Anordnung mit den Kennzeichen des Anspruches 1. Geeignete Auswerteverfahren sind Gegenstand der Unteransprüche 15 und 16.

Wesentliches Merkmal der Erfindung ist die Abbildung einer dünnen, strichförmigen Markierung auf die beobachtete Objektoberfläche, wobei der Projektionsstrahlengang nicht mit einem der beiden Beobachtungsstrahlengänge zusammenfällt. Hierzu wird ein Strahlenbündel, vorzugsweise von einer Laserdiode, über eine Kollimatorlinse und eine Zylinderoptik als dünne, strich-

förmige Markierung abgebildet und diese über eine weitere Linse und eine Umlenkvorrichtung durch das Objektiv auf das Objekt projiziert. Dabei wird nicht der Beobachtungsstrahlengang zur Projektion verwendet, sondern je nach speziellem Einsatzzweck eines derartigen Stereomikroskopes eine andere Durchtrittspupille für den Projektionsstrahlengang durch das Objektiv gewählt.

Die Abbildung des Lichtbündels durch eine Zylinderlinse in eine dünne strichförmige Markierung gewährleistet, daß die dünne strichförmige Markierung mit maximaler Intensität auf das beleuchtete Objekt projiziert wird, d. h. es resultiert keine Intensitätsreduzierung wie bei der Maskenabbildung, wo nur ein geringer Prozentsatz der von der Lichtquelle gelieferten Intensität auf die Objektoberfläche gelangt. Dementsprechend leichter bzw. günstiger ist die Registrierung der reflektierten strichförmigen Markierung bei einem hellerleuchteten Mikroskop-Sehfeld auf dem ortsauflösenden Positionsdetektor möglich.

Durch entsprechende Dimensionierung der Zylinderoptik ist es zudem möglich, die Breite der projizierten strichförmigen Markierung kleiner oder gleich dem Auflösungsvermögen des Beobachtungsstrahlenganges zu machen. Zwei Punkte auf dem Objekt, die innerhalb der Strichbreite liegen, können bei der Beobachtung durch das Objektiv nicht mehr getrennt aufgelöst werden. Es resultieren keine Interferenzerscheinungen wie etwa Speckles, die durch Wellenzüge verursacht werden, die von Punkten ausgesandt werden, deren Verbindungslinie senkrecht zur projizierten strichförmigen Markierung liegt. Das resultierende Interferenzmuster, verursacht durch Wellenzüge, die von Punkten entlang der reflektierten strichförmigen Markierung ausgesandt werden, ergibt auf dem ortsauflösenden Positionsdetektor ein Streifenmuster senkrecht zur abgebildeten strichförmigen Markierung. Durch Mittelung über die Längsausdehnung des Bildes der strichförmigen Markierung auf dem Positionsdetektor können derartige Interferenzstreifen bei der Auswertung egalisiert werden.

Die Detektion der auf das Objekt projizierten strichförmigen Markierung erfolgt über einen der beiden Stereo-Beobachtungsstrahlengänge, wo der reflektierte Strahl hinter dem Objektiv ausgekoppelt und auf einen ortsauflösenden Positionsdetektor abgebildet wird. Hier erzeugt eine Defokussierung eine laterale Verschiebung auf dem ortsauflösenden Positionsdetektor, die registriert und zur Nachfokussierung mit Hilfe des Fokusmotors verwendet wird.

In einer ersten zweckmäßigen Ausführungsform erfolgt die Projektion des Lichtbündels durch die Mitte des verwendeten Objektives, was insbesondere dann vorteilhaft ist, wenn beim Defokussieren kein Auswandern der projizierten strichförmigen Markierung erfolgen soll.

Bei einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Autofokus-Anordnung wird das Lichtbündel durch einen Bereich am Rand des Objektives projiziert, wobei dieser Randbereich im Verhältnis zum Beobachtungsstrahlengang, der zur Detektion des reflektierten Strahles dient, so liegt, daß die Verbindung zwischen den Zentren der beiden Durchtrittspupillen eine maximal mögliche Basislänge aufweist. Je größer diese Basislänge gewählt wird, desto exakter arbeitet die Autofokus-Anordnung. Für manche Anwendungen ist diese Anordnung von Projektions- und Detektionsstrahlengang günstig, da der Raum unterhalb der Objektivmitte dann für diverse zusätzliche Hilfsmittel zur Verfügung

steht. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn die erfindungsgemäße Vorrichtung in einem Operationsmikroskop verwendet wird und an diesem derartige Hilfsmittel montiert sind.

Weitere Vorteile und Kennzeichen der erfindungsgemäßen Autofokus-Anordnung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele anhand der beigefügten Zeichnungen.

Dabei zeigt

Fig. 1a die schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Autofokus-Anordnung in einem Stereo-Mikroskop;

Fig. 1b das verwendete Objektiv und die entsprechenden Strahlengänge des ersten Ausführungsbeispiels in Draufsicht;

Fig. 2a die schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Autofokus-Anordnung in einem Stereo-Mikroskop;

Fig. 2b das verwendete Objektiv und die entsprechenden Strahlengänge des zweiten Ausführungsbeispiels in Draufsicht.

Fig. 3 den ortsauflösenden Positionsdetektor, ausgeführt als zweidimensionales CCD-Array;

Fig. 4 den ortsauflösenden Positionsdetektor, ausgeführt als CCD-Zeile.

Fig. 1a zeigt ein Ausführungsbeispiel für den Aufbau der erfindungsgemäßen Autofokus-Anordnung. Dargestellt ist die Vorderansicht eines Stereomikroskops (1), das mit der erfindungsgemäßen Autofokus-Anordnung ausgestattet ist.

Die wesentlichen Komponenten des Stereomikroskops (1), wie Okularlinsen (2a, 2b), Tubuslinsen (3a, 3b), pankratisches Vergrößerungssystem (5), sowie das verwendete Objektiv (4a, 4b) für beide Beobachtungsstrahlengänge sind lediglich schematisch dargestellt, da diese Komponenten nicht erfindungswesentlich sind. So ist auch die Verwendung eines komplexer aufgebauten Objektives jederzeit möglich. Ebenfalls dargestellt sind die optischen Achsen (29a, 29b) der beiden stereoskopischen Beobachtungsstrahlengänge. Die erfindungsgemäße Autofokus-Anordnung umfaßt in diesem Ausführungsbeispiel sendeseitig eine Laserdiode (6) sowie eine Kollimatorlinse (12). Die optische Achse des Projektionsstrahlenganges wird im dargestellten Ausführungsbeispiel mit den Bezugszeichen (30) bezeichnet. Diese Anordnung liefert ein paralleles Strahlenbündel und ist als komplettes Bauteil in integrierter Form erhältlich. Verwendet werden kann hierzu beispielsweise die Laserdiode HL 7806 von HITACHI inklusive der entsprechenden Strahlaufoptik. Das parallele Strahlenbündel passiert einen nachfolgend angeordneten Abschwächer (13), der unter Umständen erforderlich sein kann, falls lichtempfindliche Objekte untersucht werden, die durch die hohe Intensität der auftreffenden Laserstrahlung Schaden nehmen könnten. Alternativ kann die Intensitätsregelung auch ohne diesen Abschwächer (13) erfolgen, wenn die Intensität der Laser-Strahlung direkt über den Strom an der Laserdiode (6) geregelt wird. Durch eine nachfolgende Zylinderlinse (8) wird das parallele Strahlenbündel in die Fokalebene (14) der Zylinderlinse (8) als dünne strichförmige Markierung abgebildet. Die Abbildung dieser dünnen strichförmigen Markierung auf die interessierende Objektoberfläche (11) wird über eine weitere Linse (9) sowie ein Umlenkelement (10) durch das Objektiv (4a, 4b) erreicht. Als Umlenkelement (10) kann beispielsweise ein geeigneter Spiegel oder aber ein entsprechendes Prisma verwendet werden.

In einem der beiden Stereo-Beobachtungsstrahlengänge wird der von der Objektoberfläche (11) reflektierte Laserstrahl nach Passieren des Objektives (4a, 4b) empfangsseitig durch ein Auskoppellement (15) aus dem Beobachtungsstrahlengang ausgekoppelt und über eine weitere Projektionslinse (16) und einen wellenlängenabhängigen Filter (17) auf einen ortsauflösenden Positionsdetektor (18) abgebildet. Als ortsauflösende Positionsdetektoren (18) kommen beispielsweise handelsübliche zweidimensionale CCD-Arrays oder CCD-Zeilen aus mehreren Einzelementen in Frage. Bei einer Defokussierung resultiert eine laterale Verschiebung des Bildes der strichförmigen Markierung auf dem Positionsdetektor (18), die über eine nicht dargestellte Auswertereinheit registriert und als Regelsignal zur Nachfokussierung für einen ebenfalls nicht dargestellten Fokussmotor verwendet wird. Dabei kann die Fokussierung durch eine motorische Schnittweitenvariation des verwendeten Objektives erfolgen. Oder aber das komplette Stereomikroskop (1) wird motorisch entlang der optischen Achse verfahren.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt die Projektion der strichförmigen Markierung durch das Zentrum des verwendeten Objektives (4a, 4b). Dies wird in Fig. 1b verdeutlicht, wo in Draufsicht auf das Objektiv (4a, 4b) die beiden Durchtrittspupillen (19a, 19b) der beiden Stereo-Beobachtungsstrahlengänge sowie die Durchtrittspupille des Projektionsstrahlenganges (20) dargestellt werden. Ebenfalls dargestellt sind die optischen Achsen der beiden stereoskopischen Beobachtungsstrahlengänge (29a, 29b) sowie die optische Achse des Projektionsstrahlenganges (30).

Neben den bereits beschriebenen Vorteilen durch die Projektion der strichförmigen Markierung über die Zylinderlinse (8) weist die zentrale Projektion durch die Objektiv-Mitte in diesem Ausführungsbeispiel gewisse Vorteile auf. So ist z. B. beim Defokussieren keine Auswanderung der projizierten strichförmigen Markierung auf der Objektoberfläche (11) zu erwarten. Dies wird durch die senkrechte Projektion gewährleistet.

In einem zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Autofokus-Anordnung, dargestellt in Fig. 2a, weist das verwendete Stereomikroskop (101) den prinzipiell gleichen Aufbau auf wie im ersten beschriebenen Ausführungsbeispiel der Fig. 1a. Vorhanden sind ebenfalls Binokulartuben mit Okular (102a, 102b) und Tubuslinsen (103a, 103b), pankratisches Vergrößerungssystem (105) und zweiteiliges Objektiv (104a, 104b) für beide Beobachtungsstrahlengänge. Deren optische Achsen sind mit den Bezugszeichen (129a, 129b) gekennzeichnet. Auch in diesem Ausführungsbeispiel ist der dargestellte explizite Aufbau des Stereomikroskops (101) nicht erfindungswesentlich, d. h. insbesondere könnte ein anderes aufgebautes Objektiv Verwendung finden. Die Lichtquelle der Autofokus-Anordnung besteht auch hier aus einer Laserdiode (106), der eine Kollimatoroptik (112) sowie ein entsprechender Filter bzw. Abschwächer (113) nachgeordnet wird. Alternativ kann die Intensitätsregelung wieder direkt über den Strom an der Laserdiode (106) erfolgen. Die Abbildung des parallelen Laserstrahlenbündels erfolgt ebenfalls mit Hilfe einer Zylinderlinse (108), die eine dünne strichförmige Markierung in die Fokalebene (114) der Zylinderlinse (108) abbildet. Dabei wird die optische Achse des Projektionsstrahlenganges mit dem Bezugszeichen (130) versehen dargestellt. Über eine weitere Linse (109) und ein Umlenkelement (110) wird diese dünne strichförmige Markierung durch das Objektiv (104a, 104b) auf

die Objektoberfläche (111) abgebildet. Die Auskopp-
lung des reflektierten Strahles nach Durchtritt durch
das Objektiv (104a, 104b) und Projektion auf den orts-
auflösenden Positionsdetektor (118) über ein Auskop-
pelement (115), eine Projektionslinse (116) und einen
wellenlängenabhängigen Filter (117) erfolgt ebenso wie
im ersten Ausführungsbeispiel der Fig. 1a.

Der entscheidende Unterschied zum ersten Ausfüh-
rungsbeispiel liegt hier in der Verwendung einer ande-
ren Durchtrittspupille für den Projektionsstrahlengang
durch das verwendete Objektiv (104a, 104b). Der Pro-
jektionsstrahlengang tritt in diesem Ausführungsbei-
spiel nicht zentral durch das Objektiv (104a, 104b), son-
dern am Rand. Dabei schneidet der Projektionsstrahlen-
gang keinen der beiden Beobachtungsstrahlengänge.

Dies wird in Fig. 2b ersichtlich, wo eine Draufsicht auf
das verwendete Objektiv (104a, 104b) sowie die entspre-
chenden Durchtrittspupillen für die beiden stereosko-
pischen Beobachtungsstrahlengänge (119a, 119b) sowie
für den Projektionsstrahlengang (120) dargestellt sind.
Ebenso dargestellt sind wieder die optischen Achsen der
stereoskopischen Beobachtungsstrahlengänge (129a,
129b) sowie die optische Achse des Projektionsstrahlen-
ganges (130). Der reflektierte Strahl wird wieder aus
einem der beiden Beobachtungsstrahlengänge (119a,
119b) ausgekoppelt. Durch diese Wahl von Projektions-
und Reflexionsstrahlengang-Durchgangspupille wird eine
möglichst große Basislänge für die Triangulation ge-
währleistet, d.h. ein großer Winkel zwischen den opti-
schen Achsen von Projektions- und Reflexionsstrahlen-
gang. Daraus resultiert bei der Triangulation und der
entsprechenden Fokussierung eine höhere Genauigkeit.
Zudem steht der Bereich unterhalb der Objektiv-Mitte
für diverse Hilfsmittel, beispielsweise bei Operationsmi-
kroskopen, zur Verfügung.

In den beiden beschriebenen Ausführungsbeispielen
wird als Lichtquelle jeweils eine Laserdiode verwendet,
die im infraroten Spektralbereich arbeitet. Die zuverläs-
sige Detektion des reflektierten Strahlenbündels wird
gewährleistet, indem ein wellenlängen-selektives Aus-
koppelement in einem der beiden Beobachtungsstrah-
lengänge angeordnet wird und ein Filter mit entspre-
chender Transmissions-Charakteristik vor dem Posi-
tionsdetektor. Dieser Filter sorgt dafür, daß nur Infor-
mationen des reflektierten Strahles auf den Positionsde-
tektor gelangen.

Alternativ ist jedoch auch die Verwendung einer
Strahlquelle möglich, die im sichtbaren Spektralbereich
emittiert.

In Fig. 3 wird ein ortsauflösender Positionsdetektor
dargestellt, ausgeführt als zweidimensionales CCD-Ar-
ray (24). Ein Auswerteverfahren für diese erfindungsge-
mäßige Autofokus-Anordnung mit Hilfe des dargestellten
CCD-Arrays (24) besteht darin, zur exakten Positi-
onsbestimmung des auf das CCD-Arrays (24) abgebildeten
Bildes (21) der strichförmigen Markierung zunächst die
Einzelelemente (22a, 22b, ...) zeilenweise auszuwerten,
d.h. die jeweils einfallende Strahlungsintensität zu er-
mitteln. Anschließend wird über die Strahlungsintensi-
täten der Einzelelemente (22a, 22b, ...) spaltenweise ge-
mittelt. Dadurch werden störende Einflüsse, wie etwa
noch vorhandene Interferenzerscheinungen im Bild (21)
der strichförmigen Markierung auf dem CCD-Array
(24) egalisiert. Umgekehrt ist natürlich auch zunächst
die spaltenweise Auswertung der auf die Einzelele-
mente (22a, 22b, ...) einfallenden Strahlungsintensität möglich,
um anschließend zeilenweise über die gemessene Strah-
lungsintensitäten zu mitteln. Die Darstellung des Bildes

(21) der strichförmigen Markierung auf dem CCD-Ar-
ray (24) in Fig. 3 ist hierbei idealisiert, d.h. in Realität
besitzt dieses Bild (21) ein gaußförmiges Intensitätspro-
fil entlang seiner Querdimension.

Ein weiteres Auswerteverfahren zur Egalisierung von
Störeinflüssen bei der Positionsbestimmung des Bildes
(21) der strichförmigen Markierung sieht vor, als orts-
auflösenden Positionsdetektor eine CCD-Zeile (25) zu
verwenden, dargestellt in Fig. 4, deren Einzelelemente
(23a, ...) eine rechteckigen Fläche aufweisen. Das Bild (21)
der strichförmigen Markierung wandert bei einer Defo-
kussierung in der Längsrichtung der CCD-Zeile (25) aus.
Zur Auswertung wird jeweils über die gesamte auftref-
fende Intensität auf einem oder mehreren Einzelele-
menten (23a, ...) gemittelt, um dadurch Interferenzein-
flüsse bei der exakten Positionsbestimmung des Bildes
(21) der strichförmigen Markierung auszuschalten bzw.
zu minimieren.

Patentansprüche

1. Autofokus-Anordnung für ein Stereomikroskop mit

- einem zusätzlichen Projektionsstrahlen-
gang, der eine Leuchtmarkierung auf dem be-
obachteten Objekt erzeugt,
- einem Auskoppelement in mindestens ein-
em der Stereo-Beobachtungsstrahlengänge,
das den vom Objekt reflektierten Projektions-
strahl vom Beobachtungsstrahlengang sepa-
riert,
- und einem lichtempfindlichen, ortsauflösen-
den Positionsdetektor, bestehend aus mehr-
eren Einzelelementen, die mit einer Auswerte-
einheit verbunden sind, welche die registrier-
ten Signale in ein zur Fokussierung nötiges
Signal für den Fokussierungsmotor umsetzt,

dadurch gekennzeichnet, daß ein optisches Sy-
stem (8, 9, 10; 108, 109, 110) eine strichförmige Mar-
kierung in mindestens einer Dimension beugungs-
begrenzt auf das beobachtete Objekt abbildet und
der Projektionsstrahlengang durch einen nicht an-
derweitig optisch genutzten Bereich des Stereomi-
kroskop-Objektives (4a, 4b; 104a, 104b) verläuft.

2. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß die Breite der strichförmigen
Markierung kleiner oder gleich dem Auflösungs-
vermögen des Beobachtungsstrahlenganges ist.

3. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß das optische System (8, 9, 10;
108, 109, 110) zur beugungsbegrenzten Abbildung
der strichförmigen Markierung mindestens eine
Zylinderlinse (8; 108) umfaßt.

4. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß eine Laserdiode (6; 106), die
im infraroten Spektralbereich emittiert, als Licht-
quelle des Projektionsstrahlenganges dient.

5. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß eine räumlich kohärente
Lichtquelle, die im sichtbaren Spektralbereich
emittiert, als Lichtquelle des Projektionsstrahlen-
ganges dient.

6. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß der Projektionsstrahlengang
senkrecht durch das Zentrum des Stereomikro-
skop-Objektives (4a, 4b; 104a, 104b) verläuft.

7. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, daß der Projektionsstrahlengang

durch einen Bereich am Rand des Stereomikroskop-Objektives (4a, 4b; 104a, 104b) verläuft.

8. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungslinie zwischen den Zentren der Durchtrittspupillen von Projektionstrahlengang und reflektiertem Strahl in der Objektivenebene eine maximal mögliche Länge besitzt.

9. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß als ortsauflösender Positionsdetektor (18; 118) ein zweidimensionales CCD-Array (24) vorgesehen ist.

10. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Bildes (21) der strichförmigen Markierung so dimensioniert ist, daß sie mehrere Einzelelemente (22a,...; 23a,...) des ortsauflösenden Positionsdetektors (18; 118) beaufschlägt.

11. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß als ortsauflösender Positionsdetektor (18; 118) eine CCD-Zeile (25) vorgesehen ist.

12. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussierung über eine motorische Änderung der Schnittweite des Objektives (4a, 4b; 104a, 104b) erfolgt.

13. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussierung über das motorische Verschieben des kompletten Stereomikroskopes (1; 101) entlang der optischen Achse erfolgt.

14. Autofokus-Anordnung nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der folgenden, gekennzeichnet durch die Verwendung in einem Operationsmikroskop.

15. Auswerteverfahren für eine Autofokus-Einrichtung nach Anspruch 1 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Auswertung zunächst die empfangenen Strahlungsintensitäten der Einzelelemente (22a,...) ermittelt werden und anschließend eine zeilen- oder spaltenweise Mittelung über die registrierten Intensitäten der Einzelelemente erfolgt.

16. Auswerteverfahren für eine Autofokus-Einrichtung nach Anspruch 1 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß über die gesamte Fläche jedes einzelnen Elementes (23a,...) des ortsauflösenden Positionsdetektors (18; 118) gemittelt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

